

# 油菜联合收获机分体组合式割台的设计

李海同 廖庆喜 李平 黄鹏 万星宇 冀牧野

华中农业大学工学院, 武汉 430070

**摘要** 针对油菜联合收获机割台损失大和脱离滚筒因油菜茎秆高粗导致脱离装置出现堵塞的问题, 在传统割台具有切割与推送系统的基础上增设了一种对茎秆具有初步切断和脱粒分离功能的油菜联合收获机分体组合式割台, 并采用运动学和动力学方法分析确定了割台的复合式推运器和拨禾轮等关键部件参数。试验结果表明: 设计的分体组合式割台集成了切割、拨禾、分禾、推送、初步切断茎秆和脱离的功能, 可将油菜茎秆切断为长度小于 450 mm 的短茎秆, 能有效避免油菜茎秆堵塞脱离滚筒, 提高脱离滚筒内部物料流动的通畅性, 保证联合收获机的稳定性和适应性。

**关键词** 油菜; 联合收获机; 分体组合式割台; 功能集成

**中图分类号** S 225.99 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2014)05-0111-06

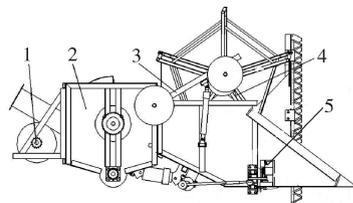
油菜是中国重要的油料作物, 实现其机械化生产, 可降低油菜生产成本、提高生产效益。然而, 目前我国油菜收获机械化程度普遍不高, 已成为制约油菜产业发展的瓶颈。在农村劳动力短缺和油菜收获需抢农时等实际情况下, 油菜联合收获机的使用深受欢迎<sup>[1]</sup>。中国油菜联合收获机的研究与开发起步较晚, 目前市场上的商品化机型是结合了稻麦联合收割机并通过更换和改装相关工作部件来实现的, 尤其是对割台的改装, 其中代表机型有柳林 4LZ-160B 型、沃得 4LZY-2 型、星光幸运星 4LL-2.0D 型和国外生产的约翰·迪尔佳 1048 型等<sup>[2-3]</sup>。这些机型的割台利用切割器、拨禾轮、推运器对油菜实施切割、拨禾、输送, 能够实现油菜联合收获, 但掉落在割台上的油菜籽粒不能及时收集造成割台损失较高。研究表明, 油菜收获过程中总的损失率平均可达 8.54%, 割台的损失为 7.69%, 约 70% 的损失是在进入收获机之前, 因此, 油菜联合收获机适应性还有待提高<sup>[4-7]</sup>。

为减少联合收获机割台上的籽粒损失率、降低脱离功耗, 本试验设计了一种油菜联合收获机分体组合式割台, 将油菜长茎秆初步切断为短茎秆喂入纵轴流脱离装置内, 使割台直接与纵轴流脱离装置

连接, 简化了整机结构, 可最大限度地减少割台上的籽粒损失, 提高油菜联合收获机的整机性能, 减少整机功率消耗。

## 1 总体结构与工作原理

分体组合式割台主要由分体组合式割台传动轴单元、复合式推运器、切割单元、拨禾单元、传动系统等组成, 总体结构如图 1 所示。



1. 割台传动轴单元 Transmission shaft unit; 2. 复合式推运器 Composite conveyor; 3. 拨禾轮支架 Wheel bracket; 4. 拨禾轮 Wheel; 5. 切割单元 Cutting unit.

图 1 分体式割台的总体结构简图

Fig. 1 Structure sketch of separating header

分体组合式割台的工作原理: 当油菜联合收获机作用于油菜茎秆时, 分体组合式割台对油菜茎秆可实施切割、拨禾、分禾、初步切断、脱离作用, 油菜收获流程如图 2 所示。

收稿日期: 2014-01-04

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(013BAD08B02)、国家油菜产业技术体系专项(CARS-13)、中央高校基本科研业务费专项(2014PY033)和武汉市高新技术产业科技创新团队项目(2014070504020240)

李海同, 硕士研究生, 研究方向: 油菜收获机械, E-mail: li1988@webmail.hzau.edu.cn

通信作者: 廖庆喜, 博士, 教授, 研究方向: 机械化生产技术与装备, E-mail: liaoqx@mail.hzau.edu.cn

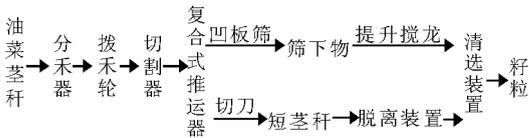


图 2 分体组合式割台的实施方案

Fig. 2 Implementation plan figure of separating-combined header

油菜茎秆被收获机的往复式切割器割倒,侧边切割器则将待割区和未割区互相缠绕的油菜分枝切断并分离开来,割倒的油菜茎秆在拨禾轮的作用下被扶持推送至复合式推运器的入口处,在复合式推运器推送叶片的作用下,油菜茎秆自右向左被输送至伸缩拔指处并被拨送至纵轴流脱离装置。在油菜茎秆自右向左运动的过程中,由于推送器上的切刀和导向叶片共同产生的滑切作用,油菜茎秆被切断为较短的茎秆;同时成熟度较高的油菜果荚在切刀的击打和搓擦作用下被脱粒,籽粒在自重和挤压作用下通过筛网掉落在水平输送搅龙内,被收集并提升至清选装置中。

## 2 结构与参数分析

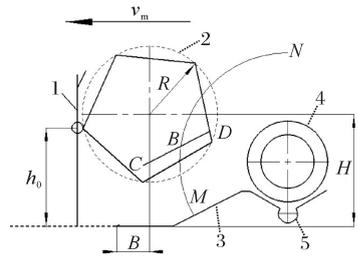
分体组合式割台作为油菜联合收获机的一部分,其设计参数需结合整机参数进行匹配组合,从而达到协调一致的效果。

整机设计参数:割幅 1 800 mm,最大喂入量 3 kg/s,平均作业效率 0.55 hm<sup>2</sup>/h。

在工作中,联合收获机的喂入量和作业效率受到植株密度、机组前进速度等因素的影响,故在整机设计过程中,需以最大喂入量作为设计依据,按照作物的流动过程来确定结构参数。

### 2.1 拨禾轮的设计与参数

为了降低拨禾轮与油菜茎秆的碰撞而产生果荚的落粒损失,选用偏心五杆弹齿式拨禾轮,其弹齿数目选为稻麦收获机拨禾轮弹齿的一半。拨禾轮在联合收获机上的安装位置与倾斜导流板、一级脱粒滚筒的安装位置相关,三者之间的位置关系如图 3 所示。拨禾轮在工作过程中不能与一级脱粒滚筒发生干涉,故拨禾轮轴应该位于圆弧 MN 远离一级脱粒滚筒的一侧;同时为了避免拨禾轮工作时与倾斜导流板发生干涉,拨禾轮轴应该在直线 CD 远离倾斜导流板的一侧,圆弧 MN 和直线 CD 相交于点 E,则拨禾轮轴的安装位置应该在 CEN 远离一级脱粒滚筒和倾斜导流板的范围内。



1. 油菜茎秆 Rapeseed stalk; 2. 拨禾轮 Wheel; 3. 倾斜导流板 Inclined guide plate; 4. 一级滚筒 The first drum; 5. 水平输送搅龙 Horizontal conveyor.

图 3 拨禾轮的安装位置

Fig. 3 The installation site of the reel

为保证拨禾轮对物料的推送作用,拨禾轮中心与割刀的水平距离  $B$  的取值应满足如下条件<sup>[8-10]</sup>:

$$0 < B < b = \frac{R}{\lambda} \sqrt{\lambda^2 - 1} \quad (1)$$

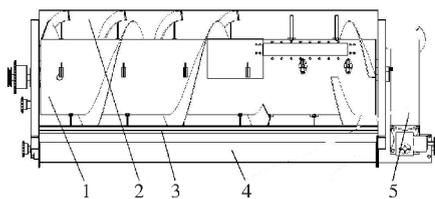
式(1)中  $R=500$  mm,为拨禾轮半径; $\lambda=1.6$ ,为拨禾轮的速比。将  $R, \lambda$  值代入式(1)中计算可得  $b=390$  mm。当拨禾轮轴距割刀水平位置  $B$  太小时,会导致割台的落粒损失增大;当  $B$  取值过大时,拨禾杆对油菜茎秆有明显向上带起的作用,使得拨禾轮发生缠草现象,从而导致割台损失增大,故拨禾轮的水平位置选取要适宜。同时,在设计中还需兼顾拨禾轮在前后伸缩时不与一级脱粒滚筒和倾斜导流板发生干涉。经综合分析,设计时选取  $B=200$  mm。

为保证拨禾轮对油菜茎秆的推送作用,拨禾轮轴距横割刀梁的高度应满足  $H > h_0 + R$  (其中  $h_0$  为割后油菜茎秆的质心高度)。随着拨禾轮轴位置的升高,拨禾轮的扶起、推送效果不明显,割台损失会有所降低<sup>[11]</sup>,因此,拨禾轮的安装高度可以在实现功能的前提下尽量提高,以减少割台损失。

试验中收获的油菜茎秆品种为华油杂 9 号,其株高为 1 700 mm,留茬高度为 350 mm,质心高度为 800 mm,故设计时选取  $H=1 300$  mm,且上下高度可调。

### 2.2 复合式推运器的设计与参数

复合式推运器由一级滚筒、导向顶盖、凹板筛、提升搅龙、水平输送搅龙等工作部件组成,其结构如图 4 所示。被切割的油菜茎秆经过拨禾轮作用后进入复合式推运器中,复合式推运器将拨禾轮在单位时间内推入的 3 kg 油菜茎秆输送至纵轴流脱离装置中,同时在推运过程中实现对油菜茎秆初步切断、脱粒分离的功能。

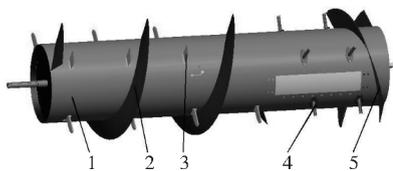


1. 一级滚筒 The first drum; 2. 导向顶盖 Guiding cover; 3. 凹板筛 Sieve; 4. 水平输送搅龙 Horizontal conveyor; 5. 提升搅龙 Hoisting conveyor.

图 4 复合式推运器的结构简图

Fig. 4 Structure sketch of the compound auger

1)一级滚筒。油菜茎秆在一级滚筒轴向推送叶片的作用下,自右向左运动至纵轴流脱粒分离装置的喂入口处,茎秆被推送至伸缩拔指的过程中,切刀与顶盖的导向叶片配合将油菜茎秆初步切断、脱粒。为实现这一工作过程,一级滚筒由筒体、轴向推送叶片、切刀、滚筒轴、伸缩拔指轴、伸缩拔指、反向推送叶片等组成,其作用是在螺旋推送器的推送叶片之间按照一定规律安装切刀,其结构如图 5 所示。



1. 筒体 Cylinder; 2. 轴向推送叶片 The axial push blades; 3. 切刀 Cutter; 4. 伸缩拔指 Extend-retract finger; 5. 反向推送叶片 The reverse push blades.

图 5 一级滚筒的结构简图

Fig. 5 Structure sketch of the primary cylinder

当长度为 1 300 mm 左右的油菜茎秆经过切割器和拨禾轮的作用被推向复合式推运器的入口处时,分析其在运动过程中的状态。假设一级滚筒以恒定转速  $n$  绕  $x$  轴作回转运动,距离回转中心  $r$  处的物料,在滚筒螺旋面的作用下沿螺旋曲面作变速运动,其运动状态如图 6 所示。

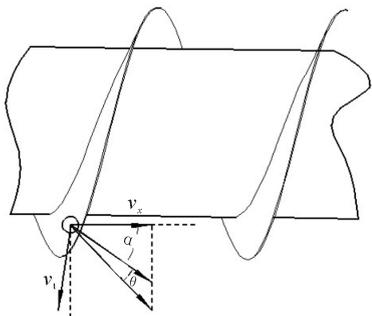


图 6 物料沿滚筒的运动

Fig. 6 Material along the roller movement speed

根据图 6 分析可得,该点的物料沿  $x$  轴方向移动的推进速度  $v_x$  以及与螺旋面发生相对滑动的圆周速度  $v_t$ 。

$$v_x = \frac{Sn}{60} \frac{1-f}{1+(\frac{S}{2\pi r})^2} \quad (2)$$

$$v_t = \frac{Sn}{60} \frac{f+\frac{S}{2\pi r}}{1+(\frac{S}{2\pi r})^2} \quad (3)$$

式中  $f$  为物料对螺旋面的摩擦系数,  $f = \tan \theta$ ;  $\alpha$  为螺旋推送器升角,  $\alpha = \arcsin S/2\pi r$ ;  $S$  为一级滚筒的螺距, mm;  $r$  为该点于转轴中心的距离, mm;  $n$  为一级滚筒的转速, r/min。

I. 一级滚筒直径  $d$  的确定。为了避免茎秆缠绕在筒体上,滚筒周长须大于切割作物的长度,则可得如下公式:

$$\pi d > L \quad (4)$$

$$d > \frac{L}{\pi} = \frac{1\ 350}{3.14} \approx 430 \text{ mm} \quad (5)$$

同时滚筒对茎秆的最大允许包角<sup>[12]</sup>必须满足如下条件:

$$d > \frac{360l}{\pi\alpha} = \frac{360 \times 400}{3.14 \times 120} \approx 382 \text{ mm} \quad (6)$$

式中  $L$  为待割油菜植株的高度, mm;  $l$  为作物喂入深度,一般大于 400 mm;  $\alpha$  为  $l$  所包围滚筒的允许包角,故取  $\alpha = 120^\circ$ 。考虑到一级滚筒对茎秆具有初步的切断功能,螺旋推送器内径选取  $d = 400$  mm,叶片高度取 100 mm,故可计算得到一级滚筒的外径  $D = 600$  mm。

II. 一级滚筒转速  $n$  的确定。收获机输送机应保持适宜的转速,当转速过高时会加剧割台甚至整机的振动<sup>[14-16]</sup>,同时也会加剧输送过程中籽粒的掉落。通过分析可知,小麦联合收割机的输送机转速为 150~200 r/min,水稻联收机的输送机转速为 200~250 r/min。为保证整机的作业效率,结合一级滚筒的切割性能试验,一级滚筒的转速  $n$  取 300 r/min。

III. 一级滚筒螺距  $S$  的确定。当滚筒转速  $n$  及物料(亦即摩擦系数  $f$ )一定时,在相同半径  $r$  处,当滚筒螺距越大时,物料的运动速度也越大,因此,要使得螺旋叶片上任一点的推进速度  $v_x$  均大于该点的圆周速度  $v_t$ ,则其临界点应满足  $v_x = v_t$ <sup>[13]</sup>,即

$$S = \left(\frac{1-f}{1+f}\right)\pi D \quad (7)$$

假设在一级滚筒叶片最大外径  $D$  处有  $v_x \geq v_r$ , 则螺距  $S$  与  $D$  的关系是

$$S \leq \left(\frac{1-f}{1+f}\right)\pi D \quad (8)$$

其中农业物料对钢的摩擦系数  $f$  一般取  $0.3 \sim 0.6$ , 所以螺距  $S$  应满足条件:

$$S \leq (0.8 \sim 1.6)D \quad (9)$$

试验测得油菜与钢板的摩擦角  $\theta = 27^\circ$ , 故其摩擦系数  $f = 0.51 (f = \tan\theta)$ .

滚筒螺距  $S$  可通过如下公式计算:

$$S \leq \frac{(1-f)}{(1+f)}\pi D = \frac{1-0.51}{1+0.51} \times \pi \times D = 611 \text{ mm} \quad (10)$$

参照现有机型的标准, 选取  $S = 450 \text{ mm}$ .

IV. 螺旋升角  $\alpha$  的确定。当滚筒的推进速度满足  $v_x > 0$  时, 物料才能在滚筒上被横向输送, 由式(2)和式(3)可知, 当螺距  $S$ 、转速  $n$  一定时, 应有

$$1 - f \frac{S}{2\pi r} > 0 \quad (11)$$

$$1 - \tan\theta \tan\alpha > 0 \quad (12)$$

$$\tan\alpha < \frac{1}{\tan\theta} \quad (13)$$

$$\alpha < 90^\circ - \theta \quad (14)$$

输送机叶片不同半径处, 其螺旋升角  $\alpha$  不同, 内径  $r$  处为最大值  $\alpha_{\max}$ , 需满足  $\alpha < \alpha_{\max}$ , 而油菜与钢板的摩擦角  $\theta = 27^\circ$ , 故  $\alpha < \alpha_{\max} = 90^\circ - \theta = 63^\circ$ .

$$\tan\alpha = \frac{S}{2\pi r} = \frac{450}{2\pi \times 100} = 0.35 \quad (15)$$

因此, 确定螺旋升角  $\alpha = 20^\circ$ .

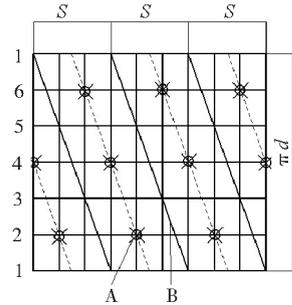
2) 切刀。滚筒上切刀将油菜茎秆切断为长度小于  $450 \text{ mm}$  的短茎秆, 同时在其击打和搓擦作用下将成熟度较高的油菜果荚脱离下来, 故切刀设计需考虑刀片类型、刀片排列方式和节距。

I. 切刀类型。目前粉碎机刀片有锤爪型、Y型和直刀型 3 种, 其中直刀型刀片 3 片为一组, 在刀片旋转过程中有多个刀片参与切碎, 在粉碎具有一定韧性的茎秆时效果显著<sup>[17]</sup>。一级滚筒上的刀片安装在推送叶片之间, 切断对象为具有一定韧性的油菜茎秆, 同时需保证物料能够在复合式推运器内顺利流动, 故选用直刀型刀片。

II. 刀片排列方式。刀片的排列方式对切断效果和功率均有较大的影响。目前, 在旋耕机设计中,

刀片排列大多采用人字型排列和双头螺旋线排列方式<sup>[18]</sup>, 一级滚筒上的刀片主要是切断茎秆的作用, 选用单头螺旋的排列方式分布在推送叶片之间可更有效地切碎分离物料。

III. 切刀螺距  $t$ 。切刀螺距  $t$  和切刀排数  $M$  是决定切断茎秆长度的关键因素。切刀的排列不宜过密, 一方面切刀排列过密, 对推运器的推运效果有影响; 另一方面, 切断的油菜茎秆长度过短, 则会增加清选负担。经综合分析, 选取切刀螺距  $t = 450 \text{ mm}$ , 且按照 3 排方式排列, 其排列方式如图 7 所示。



A. 切刀 Cutter; B. 推送叶片 The axial push blades.

图 7 切刀排列的展开图

Fig. 7 The expansion graph of cutter arrangement

在一级滚筒的一个螺距内, 油菜茎秆有 2 次或 3 次机会被切断, 茎秆存在 4 个被切断的区段。假设油菜茎秆被单个切刀切断的概率为  $P_0 = 0.5$ , 则 4 个区段内被切断的概率为  $P_i (i = 1, 2, 3, 4)$ , 且各个切刀是否切断茎秆的事件相互独立, 则有

$$P_1 = 1 - (1 - P_0)^2 = 0.75$$

$$P_2 = (1 - P_1)[1 - (1 - P_0)^3] = 0.22$$

$$P_3 = (1 - P_2 - P_1)[1 - (1 - P_0)^3] = 0.026$$

$$P_4 = (1 - P_3 - P_2 - P_1)[1 - (1 - P_0)^2] = 0.00025 \quad (16)$$

由式(16)可得, 茎秆经过分体复合式割台被切断的概率  $P = 0.998$ 。试验结果表明: 经过一级滚筒之后, 99% 的茎秆被切断, 故一级滚筒对茎秆的输送和切断效果良好。

3) 水平输送搅龙。油菜茎秆在推送的过程中, 成熟度较高的油菜果荚被初步脱离, 籽粒掉落在割台上, 并与轻杂物一起被水平输送搅龙收集起来, 以降低收获时的割台损失。水平输送搅龙安装在一级滚筒下方(图 4), 其作用是收集割台上掉落和推送器击打脱落的油菜籽, 并将其送入清选装置中完成

清选作业。依据收获机的最大喂入量 3 kg/s 计算,可得到水平输送搅龙的参数:转速 400 r/min,螺距 100 mm,叶片内径 30 mm,外径 125 mm。

根据输送搅龙的工作原理可知,输送机中的物料为油菜籽和夹壳等杂余,而油菜籽容重/质量可达 660 kg/m<sup>3</sup>[19],故选取油菜籽与短夹壳的容重/质量为 400 kg/m<sup>3</sup>,则可计算出螺旋输送器的生产率(推送量)Q 为

$$Q = \frac{\pi}{24} [(D-2\delta)^2 - d^2] \phi \tan \gamma C \times 10^{-10} \quad (17)$$

将参数带入式(17)可得

$$\begin{aligned} Q &= \frac{\pi}{24} [(D-2\delta)^2 - d^2] \phi \tan \gamma C \times 10^{-10} \\ &= \frac{\pi}{24} [(125-2 \times 5)^2 - 30^2] \times 0.3 \times \\ &\quad 100 \times 400 \times 400 \times 1 \times 10^{-10} \\ &= 3.1 \text{ (kg/s)} \end{aligned} \quad (18)$$

根据计算可知,联合收获机水平输送搅龙的生产率 Q 大于收获机单位时间内喂入的籽粒质量,因此,输送搅龙可将整机在单位时间内掉落在割台上的籽粒和脱粒装置中脱粒分离的油菜籽全部输送到清选装置内并完成清选作业,从而达到联合收获的要求,故该水平输送搅龙可完全满足整机对油菜籽粒的输送要求。

油菜经过分体组合式割台后主要分为两部分:1 kg 籽粒和轻杂物通过凹板筛后被水平输送搅龙收集并输送至清选装置中,可以有效减少割台损失;2 kg 短茎秆在伸缩拔指的作用下进入纵轴流脱离滚筒中,经过复合式割台切断后的短茎秆可使脱离滚筒喂入量较为稳定并能降低作业负荷。

### 3 田间作业试验

于 2013 年 5 月 12 日至 2013 年 5 月 20 日在华中农业大学现代农业科技试验基地依据 GB/T 8097-2008《收获机械 联合收割机 试验方法》和 GB/T 5262-2008《农业机械 试验条件测定方法的一般规定》对油菜联合收获机进行性能测试。供试油菜为华油杂 9 号,播种方式为机械直播,油菜平均株高为 1 700 mm,试验时留茬高为 350 mm,试验田面积为 2 000 m<sup>2</sup>。

试验结果表明:设计的油菜联合收获机的分体组合式割台可对油菜茎秆实现切断功能且效果较显著;水平输送搅龙可有效收集掉落的油菜籽粒,脱离滚筒不发生堵塞现象,使得物料流动顺畅。联合收

获机的整机工作性能良好,能满足油菜联合收获的农艺要求。



图 8 田间试验

Fig. 8 The field test

### 4 讨论

设计的油菜联合收获机分体组合式割台可实现切割、拨禾、分禾和输运油菜茎秆的功能,同时集成了对油菜茎秆初步切断和脱离功能。本试验通过油菜茎秆动力学和运动学分析,构建了数学模型,明确了分体组合式割台的一级滚筒、切刀、拨禾轮、输送搅龙等工作部件的结构参数和运动参数及其参数匹配设计。

田间作业试验结果表明,油菜联合收获机可有效避免脱离滚筒堵塞,提高脱离滚筒内部物料流动的通畅性。分体组合式割台能够将油菜茎秆切断为长度小于 450 mm 的短茎秆,同时对高粗的油菜茎秆可有效实施初步的切断、分离与脱粒作用,提高了联合收获机作业的适应性。

设计的分体组合式割台可将油菜茎秆切断,有效避免了脱离滚筒的堵塞,并能及时收集掉落在割台台面上的油菜籽粒。现有的分体组合式割台降低整机功耗是先通过割台切割,再进入滚筒脱粒分离的方法分步作业。在后续的研究中,应进一步探讨油菜联合收获机中分体组合式割台与脱离滚筒的功耗关系,并确定其功率的分配。

### 参 考 文 献

- [1] 卢晏,吴崇友,金诚谦. 油菜机械化收获方式的选择[J]. 农机化研究, 2008, 11: 240-242, 245.
- [2] 张彬,张礼钢,沐森林. 我国油菜机械化收获现状及发展方向[J]. 中国农机化, 2008(6): 69-71.
- [3] 黄小毛,宗望远. 油菜联合收获的研究现状及发展趋势[J]. 农业工程, 2012, 2(1): 14-19.
- [4] SIMS R E H. New lealand journal of experimental agricultural [J]. Applied Engineering in Agricultural, 1979(1): 79-87.

- [5] 石剑飞,冷锁虎,左青松,等.油菜机械收获配套农艺技术研究: I.不同油菜品种机械收获损失的差异[J].中国油料作物学报,2009,31(4):470-473.
- [6] BOWERMAN P. Arable farming [J]. Applied Engineering in Agriculture,1981(3):125-128.
- [7] 金诚谦,吴崇友.油菜收获技术基础研究现状与展望[J].农机化研究,2010(1):5-9.
- [8] 陈翠英,王新忠,何增富.谷物联合收获机油菜收获割台的设计[J].农业机械学报,2003,34(5):54-60.
- [9] 徐立章,李耀明,马朝兴.4LYB1-2.0型油菜联合收获机主要工作部件的设计[J].农业工程学报,2008,39(8):54-57,88.
- [10] 吴福良.多功能油菜联合收获机的研究[D].上海:上海交通大学图书馆,2007.
- [11] 董月亮.油菜联合收割机割台拨禾装置的运动仿真及试验研究[D].镇江:江苏大学图书馆,2008.
- [12] 中国农业机械化科学研究院.农业机械设计手册(下册)[M].北京:中国农业科学技术出版社,2007.
- [13] 邵长发,毛志怀.逆流谷物烘干机扫仓搅龙结构参数研究[J].农业工程学报,1999,15(1):210-213.
- [14] 朱聪玲,程志胜,王洪源,等.联合收获机割台振动问题研究[J].农业机械学报,2004,35(7):59-65.
- [15] 陈树人,卢强,仇华铮.基于LabVIEW的谷物联合收获机割台振动测试分析[J].农业机械学报,2011,42(11):86-89,98.
- [16] 陈树人,韩红阳,卢强.4LZ-2.0型联合收获机割台模态分析[J].农业机械学报,2012,43(10):90-94.
- [17] 陈黎卿,王莉,张家启,等.适用于全喂入联合收割机的1JHSX-34型秸秆粉碎机设计[J].农业工程学报,2011,27(9):28-32.
- [18] 贾洪雷,黄东岩,刘晓亮,等.耕作刀片在刀辊上的多头螺旋线对称排列法[J].农业工程学报,2011,27(4):111-115.
- [19] 黄吉星,廖庆喜,刘光.油菜籽压缩特性试验研究[J].农机化研究,2011(3):162-165.

## Design on separating-combined header of rape combine harvester

LI Hai-tong LIAO Qing-xi LI Ping HUANG Peng WAN Xing-yu JI Mu-ye  
College of Engineering, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

**Abstract** In view of the great loss of the headers and the jam of the threshing device due to the thick rapeseed stalks, a new rapeseed combine harvester with the function of preliminary cutting and separation as well as the traditional incision and pushing has been designed. The parameters of structure and operation of its critical components have been defined. The test showed that the header has an integrated function of cutting, dialing the grain, pushing, preliminarily cutting and threshing. The rapeseed stalks can be cut into pieces less than 450 mm, so the blocking of threshing device can be effectively prevented, and the reliability, stability and adaptability of the rapeseed combine was greatly improved.

**Key words** rapeseed; combine harvester; separating-combined header; functional integration

(责任编辑:陈红叶)